

3Dマップを用いた衛星測位の性能予測と改善に関する研究

著者	古川 玲
学位名	博士(工学)
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2020
学位授与番号	12614 博甲第559号
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00001982/

博士学位論文内容要旨
Abstract

専攻 Major	応用環境システム学専攻	氏名 Name	古川玲
論文題目 Title	3D マップを用いた衛星測位の性能予測と改善に関する研究		

本研究では、都市部における RTK-GNSS の性能を予測する手法を確立すること、都市部における RTK-GNSS の性能を向上させる手法を確立することを目的として、3D マップを用いて、衛星と受信機との間の Line-Of-Sight(LOS)を推定し、衛星測位の性能予測および性能改善を行った。

近年、建設・土木分野において、高精度衛星測位手法である Real Time Kinematic(RTK)-GNSS の活用が広がっている。一方、都市部や山間部などでは、構造物により衛星の LOS が遮蔽され、反射や回折された Non-Line-Of-Sight(NLOS) 信号を受信することにより、測位誤差が生じ高精度な測位解が得られない。上記課題に対して、3D マップを用いて、安定した LOS となる衛星の数を推定し、衛星測位の性能を予測した。また、安定した LOS となる衛星のみを選択することにより、衛星測位の性能を改善した。安定した LOS とは一般的な LOS とは異なり、LOS 状態が一定時間継続する状態(継続的 LOS)や正規反射を含まないことを特徴とする。

評価のため、高い建物が多く NLOS が多く発生する、東京都日比谷付近にて走行実験を実施した。同一の走行コースを設定し、全 3 周回分から受信機の実出力データを収録した。出力データより、RTK-GNSS に使える衛星として 2 周波の擬似距離および搬送波位相が出力されている衛星を判別し、3D マップにより LOS、継続的 LOS と判定された衛星と比較した。従来手法の LOS と RTK-GNSS に使える衛星の一致率は 80%であり、継続的 LOS は一致率が 87%に改善することを確認した。また、シミュレーションにより推定した LoS 継続衛星数により RTK-GNSS で FIX 解を得られるか推定した場合、約 84%の精度で予測出来ることがわかった。

さらなる解析として、東京都日比谷と同様に NLOS の影響が大きい東京都東京駅付近にて、車両を停車させ受信機の実出力データを収録し、3D マップにより判定した電波の伝搬経路種別と、観測値の残差の比較を行った。その結果、正規反射を含まない LOS は 97%が残差 20m 以内であるが、正規反射を含む LOS の場合残差 20m 以内は 23%であり、77%は残差 20m を越える。そのため、LOS においても正規反射波を含む場合、高精度測位に利用すべきではないことが分かった。

また、同じデータを用いて、受信機の位置が既知でない状況において、3D マップにより衛星選択をおこない測位性能が向上することを実証した。受信機の実出力データに、従来手法である SNR マスクを適用した場合、RTK-GNSS の FIX 率は 0%であったが、道路上という仮定をおき、3D マップを用いた衛星選択を行うことで、RTK-GNSS の FIX 率が 34%に向上した。さらに、走行データに対し、測位解を用いて 3D マップによる LOS 衛星の衛星選択を行うことで、RTK-GNSS FIX 率が 3.4%から 10.1%に向上することを確認した。また、DGNS において道路を走行した車両の測位解が道路上となる割合は、3D マップを用いない場合 37.3%であったのに対し、3D マップを用いた場合 43.1%となり、3D マップによる衛星選択の入力座標に IMU などを搭載した受信機相当の測位解を用いることで、58.3%に向上した。